

Monitoramento ambiental da Amazônia Legal e aplicabilidade dos dados nas ações de fiscalização do IBAMA

Felipe Luis Lacerda De Carvalho Cidade Matos¹
Daniel Moraes de Freitas ¹

¹Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Caixa Postal 61 - 09566-000 – Brasília - DF, Brasil
felipe.matos; daniel-moraes.freitas@ibama.gov.br

Abstract. The Amazon region covers nine Brazilian states, with a large biodiversity of flora, fauna and water resources. A problem that affects the forests around the world and especially the Amazon rainforest is deforestation. Deforestation is the conversion of forested areas into non-forested areas. The deforestation monitoring is done through the use of remote sensing technique using satellite images. With the addition among monitoring systems PRODES, DETER and INDICAR, the objective of this work is to show the details of these systems and use of data in IBAMA. We conclude that Brazil has the best and most complete system of Deforestation Monitoring in Tropical Forest and is an international benchmark in this area of knowledge and this is only possible to the great efforts of the technicians from IBAMA and INPE.

Palavras-chave: amazon, deforestation, monitoring, amazônia, desflorestamento, monitoramento.

1. Introdução

A Amazônia Legal engloba nove estados brasileiros sendo que a totalidade dos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Tocantins e Roraima e parte do Estado do Maranhão (longitude 44°00' Oeste de Greenwich), com um total de aproximadamente 5.200.000 km², o que corresponde a aproximadamente 61% do território brasileiro Meirelles Filho (2006).

Esta área possui mais de 200 espécies diferentes de árvores por hectare, 1400 tipos de peixes, 1300 espécies de pássaros e 300 de mamíferos. A Amazônia possui mais de um terço de toda a área de florestas tropicais do mundo e tem grande importância para o clima e a diversidade biológica do planeta Meirelles Filho (2006).

Um problema que afeta as florestas de todo o mundo e em especial a Floresta Amazônica é o desflorestamento. O desflorestamento é a transformação de áreas florestadas em áreas não florestadas, ocorrendo para que haja a extração de madeiras, crescimento ou criação de novas cidades, para a expansão da fronteira agrícola, prática da pecuária ou para a criação de novos empreendimentos governamentais e da iniciativa privada que dizem levar o desenvolvimento para áreas anteriormente ocupadas pela floresta Meirelles Filho (2006).

Nos últimos anos, com o aumento da preocupação mundial em relação às questões ambientais, o monitoramento do desflorestamento na Amazônia Legal passou a ser uma política governamental. Devido ao tamanho da área, a dificuldade de acesso, a quantidade ainda pequena de servidores para atender um grande território, entre outros problemas, foi necessária a criação de mecanismos para aperfeiçoar as atividades fiscalizatórias do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O monitoramento do desflorestamento é feito através da utilização da técnica de sensoriamento remoto com o uso de imagens de satélite que tem como objetivo analisar as mudanças que ocorrem no solo dando uma maior agilidade e precisão nas ilegalidades ambientais e uma melhor operacionalização das ações de fiscalização. Atualmente são utilizados 2 sistemas desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Programa de Cálculo de Desflorestamento da Amazônia (PRODES) e o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real na Amazônia (DETER) e um desenvolvido pela equipe

técnica do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR do IBAMA, o Indicativo de Desmatamento por Imagem de Radar (INDICAR).

O objetivo do trabalho é mostrar as diferentes formas de realizar o monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal e a sua aplicabilidade nas ações de controle e fiscalização realizadas pelo IBAMA.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Landsat

O sistema LANDSAT foi desenvolvido pela NASA com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva Rosa (2007).

O sistema LANDSAT utiliza como satélite uma plataforma do tipo NIMBUS, onde são instalados os sensores e os demais subsistemas destinados à gravação e transmissão de dados, medição e controle de altitude e temperatura, retransmissão, etc. A potência para funcionamento do sistema é conseguida através de painéis solares que convertem a radiação solar em energia elétrica Rosa (2007)

O LANDSAT 5 estava equipado com dois sistemas sensores: o MSS (Multispectral Scanner System) e um sensor TM (Thematic Mapper).

O subsistema MSS é um imageador multiespectral que usa um espelho oscilante para varrer continuamente a superfície da Terra numa direção perpendicular à direção de deslocamento da plataforma. O sensor MSS possui 4 bandas espectrais (bandas 4, 5, 6 e 7). A largura da faixa imageada é de 185 Km. Ele detecta a radiação proveniente de uma área, na superfície terrestre Instantaneous Field of View (IFOV), de 79 por 79 m, porém os dados são formatados como se as medidas fossem feitas de uma área de 56 m na direção da linha de varredura por 79 m na direção da órbita Rosa (2007)

A partir do ano de 1984, a NASA colocou em órbita o satélite LANDSAT 5 com o sensor TM que possuía as mesmas características do MSS, porém com uma série de melhorias no que diz respeito às resoluções espectral, espacial, temporal e radiométrica. (Moreira, 2005)

O sensor TM opera em 7 bandas espectrais do espectro eletromagnético sendo 3 bandas na região do visível, 3 bandas na região do infravermelho refletido e 1 banda na região termal. A largura da faixa imageada também é de 185 km. A resolução espacial, para os sensores que operam nas regiões do visível e infravermelho refletido é de 30 x 30 m e para o sensor da região do termal é de 120 x 120 m Moreira (2005).

2.2 TERRA

O satélite TERRA foi lançado em dezembro de 1999 começando a coletar dados em fevereiro de 2000. Este satélite possui cinco sensores: MODIS, MISR, ASTER, CERES e MOPITT Anderson (2003).

O sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é o principal instrumento a bordo do satélite Terra (Earth Observation Satellite -EOS AM-1), um dos sistemas de observação da Terra da NASA. O MODIS realiza observações de toda a superfície terrestre a cada um ou dois dias, e adquire dados em 36 bandas espectrais que se situam entre 0.4 e 14.4 μm e se distribuem em diferentes grupos de resolução espacial. Estes dados contribuem para melhorar nossa compreensão da dinâmica global e os processos que ocorrem na terra, nos oceanos e na atmosfera mais baixa.

O satélite se encontra em uma órbita circular, quase polar, hélio-sincrônica, a 705 km de altura. A hora solar de passada pelo nó descendente é às 10:30 am. O tamanho do pixel em terra varia de 250 a 1000 m para as distintas bandas. A largura da área observada é de 2.330 km e a quantidade de pixels na imagem varia para as diversas bandas. O comprimento da área

observada depende dos instantes de início e fim do imageamento. Em particular, como se trata de aquisições em tempo real, o número de linhas é dado pelo tempo em que o satélite mantém o segmento do terreno visível. Como consequência da variação do tamanho do pixel com a banda, o número de linhas varia para as distintas bandas, mas em geral consegue imagear com mais de 5.000 km de comprimento Rosa (2007).

As bandas utilizadas para o monitoramento da superfície terrestre tem uma herança do LANDSAT Thematic Mapper (sensor do satélite LANDSAT), com capacidades melhoradas tanto nos menores comprimentos de onda quanto no infravermelho Anderson (2003).

Segundo Strahler (1996), pode se afirmar que o sensor MODIS fornece uma alta sensibilidade radiométrica, específicas para as necessidades da comunidade científica, fornecendo uma excelente resposta para cada banda. Nas imagens geradas a partir do sensoriamento remoto, a radiação detectada pelo sensor é causada pela mistura da resposta de diferentes alvos e os efeitos atmosféricos que podem causar alterações importantes nos dados.

Os fatores relacionados a cada sistema sensor (diferença na resolução espacial, variações nas respostas radiométricas) e ao meio ambiente (absorção e espalhamento atmosféricos, quantidade de moléculas dispersas na atmosfera, presença de nuvens e suas sombras, variação na irradiância e ângulo solar, variações na fenologia vegetal e nos componentes do solo segundo as mudanças estacionais) podem também interferir nos resultados das detecções Anderson (2003).

Dados de 250 m de resolução têm sido utilizados para a detecção de conversão da cobertura vegetal causado tanto por ações antrópicas, como desmatamento de florestas, quanto por processos naturais, como queimadas e inundações e estudos recentes tem utilizado os algoritmos de detecção de mudanças para produzir produtos de mudanças na superfície. As bandas do MODIS para o estudo da superfície terrestre possuem resolução espacial de 250 m (para os canais do vermelho e infravermelho próximo) e 500 m (para a banda do azul) que são os valores nominais para pixels ao nadir Anderson (2003).

O sensor MODIS possui uma resolução temporal quase que diária para a revisita de uma área, o que lhe confere uma grande capacidade para estudos de dinâmicas ecológicas tanto terrestres quanto oceânicas Anderson (2003).

Os produtos MODIS de índices de vegetação fornecem comparações consistentes de dados temporais e espaciais das condições de vegetação global, para monitorar a atividade fotossintética da vegetação em suporte a detecção de mudança e interpretações biofísicas e da fenologia. O MOD 13 possui dois índices de vegetação, o índice da diferença normalizada (NDVI) e o índice de vegetação melhorado (EVI), que são produzidos globalmente com 1 Km e 500 m de resolução e composições no período de 16 dias. Enquanto o NDVI é sensível à clorofila, o EVI é mais sensível à variações na resposta estrutural do dossel, incluindo o índice de área foliar, a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel Anderson (2003).

Os objetivos dos índices de vegetação do Modis são: Gerar índices de vegetação em imageamentos sem nuvens; Maximizar a cobertura global e temporal na resolução espacial mais fina possível; Padronizar dados de acordo com a posição sol-sensor-alvo; Assegurar a qualidade e a consistência dos dados; Descrever e reconstituir dados de variações fenológicas; Discriminar com precisão variações interanuais na vegetação Anderson (2003).

2.3 Alos

O satélite Alos foi lançado pela Agência Espacial Japonesa (JAXA) com o intuito de contribuir com os campos da cartografia (mapeamento, incluindo modelo digital de elevação), observação do uso do solo, monitoramento de desastres ambientais e levantamento de recursos naturais Gomes (2007).

O satélite Alos carrega a bordo 3 sensores. O AVNIR-2, o PRISM e o PALSAR.

O AVNIR-2 é um sensor óptico com 4 bandas espectrais (visível e infravermelho próximo) com resolução espacial de 10m, projetado para observação de regiões terrestres e costeiras. Suas imagens são úteis para o mapeamento do uso e cobertura do solo para fins de monitoramento ambiental regional. Este sensor é capaz de variar a inclinação da visada lateralmente, tornando possível imagear rapidamente situações de desastres naturais (<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>).

O sensor PRISM opera na faixa da luz visível, com uma banda pancromática e resolução de 2,5m. Trata-se de um conjunto de 3 sistemas de imageamento que permite obter simultaneamente cenas com visadas nadir, inclinada para frente e inclinada para trás, o que torna possível a aquisição de imagens estereoscópicas ao longo da trajetória. Esta configuração de imageamento é chamada Triplet (<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>).

O PALSAR, que é o utilizado pelo IBAMA, é um radar imageador de abertura sintética que opera na banda L, com variação espacial que varia de 10 a 100 metros. Possui um modo polarimétrico que é capaz de gerar imagens com polarizações HH, HV, VV e VH. Sendo um sensor de radar, o PALSAR é capaz de gerar imagens mesmo sobre regiões cobertas por nuvens e à noite. O radar do ALOS também possui um modo de observação ScanSAR, que adquire imagens com uma larga faixa de observação (250-350 km), que é especialmente útil para imageamento de grandes áreas de florestas (<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>).

O radar é basicamente um sistema eletrônico para a detecção e localização de alvos utilizando a faixa do espectro de radiofrequências. Seu princípio de funcionamento baseia-se na medição do tempo de propagação que uma radiação eletromagnética, emitida pelo próprio radar, leva para atingir um alvo e retornar. A posição do alvo é determinada convertendo – se o tempo de propagação em distância radial e assumindo sua direção como a de apontamento da antena.

2.4 Prodes

Desde 1988, o INPE vem produzindo estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal. A partir do ano de 2002, estas estimativas estão sendo produzidas por classificação digital de imagens seguindo a metodologia PRODES. A principal vantagem deste procedimento está na precisão do georreferenciamento dos polígonos de desflorestamento, de forma a produzir um banco de dados geográfico multitemporal (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>).

No sistema PRODES calcula-se o desmatamento no período de 1º de Agosto a 31 de Julho do ano subsequente e é através dessa metodologia que é lançado o dado oficial sobre o índice de desflorestamento ocorrido no país no ano. O fato de ser utilizada imagem óptica para a detecção da alteração na cobertura vegetal ocasiona o problema de não conseguir monitorar áreas que estão costumeiramente cobertas por nuvens, fato que acontece com alguma rotina em determinadas áreas da Amazônia Legal.

A metodologia de interpretação de imagens do PRODES consiste nas seguintes etapas: seleção de imagens com menor cobertura de nuvens e com data de passagem mais próxima o possível da data de referência para o cálculo da taxa de desmatamento (1º de agosto), georreferenciamento das imagens, transformação dos dados radiométricos das imagens em imagens de componente de cena (vegetação, solo e sombra) pela aplicação de algoritmo de mistura espectral para concentrar informação sobre o desmatamento em uma a duas imagens, segmentação em campos homogêneos das imagens dos componentes solo e sombra, classificação não supervisionada e por campos das imagens de solo e de sombra, mapeamento das classes não supervisionadas em classes informativas (desmatamento do ano, floresta, etc),

edição do resultado do mapeamento de classes e elaboração de mosaicos das cartas temáticas de cada unidade federativa (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>).

Em muitas áreas da Amazônia é muito difícil obter imagens sem cobertura de nuvens pelo menos parcial. Nestes casos, o INPE procura selecionar a imagem com menor cobertura de nuvens dentro da estação seca. Após o processamento da imagem é feita a estimativa da área desmatada sob nuvens. Esta estimativa supõe que a proporção de desmatamento na área não observada é a mesma da área de floresta observada na imagem (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

2.5 Deter

O DETER – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real - identifica e mapeia áreas desflorestadas em formações florestais na Amazônia. Esse sistema utiliza imagens dos sensores MODIS, a bordo do satélite TERRA da NASA e imagens do WFI, a bordo do satélite brasileiro CBERS-2B do INPE (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

Esses sensores cobrem a Amazônia com alta frequência temporal, de dois e cinco dias, respectivamente, mas com resolução espacial limitada de 250 e 260 metros (WFI). Com essa resolução espacial, nas imagens podem ser detectados os desmatamentos cujas áreas são superiores a 25 hectares (0,25 Km²). A alta frequência de observação compensa a limitação da resolução espacial, reduzindo problemas impostos pela freqüente cobertura de nuvens na região Amazônica. A maior frequência nas observações permite levantamentos e emissão de alertas de desmatamento quinzenais e mensais (“Tempo Real”) (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

Em imagens de satélite é preciso distinguir entre o tempo de ocorrência e o tempo de detecção. Uma floresta pode ser desmatada passo a passo, mas sua detecção como corte raso o área degradada ocorre apenas quando as condições de observação pelo satélite são favoráveis. No DETER, todo desmatamento identificado numa imagem e que não tenha sido detectado anteriormente pelo PRODES é considerado desmatamento novo, independente do tempo cronológico (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

No caso de corte raso os órgãos de fiscalização podem fazer a responsabilização para ações ilegais e no caso das áreas de degradação progressiva, além da responsabilização, a federação e os estados podem atuar para reverter o processo, quando possível. Com este sistema, é possível detectar apenas desmatamentos com área maior que 25 ha. Devido à cobertura de nuvens nem todos os desmatamentos são identificados pelo DETER.

O PRODES, para manter a coerência histórica do sistema analógico, identifica e contabiliza as áreas que sofreram corte raso, ou seja, o estágio final do processo de desmatamento. No DETER, toda alteração da cobertura florestal verificada no período de análise é apontada como área de alerta e passível de fiscalização, ou seja, o DETER procura identificar estágios intermediários do processo de desmatamento. Isto acontece quando os atributos espectrais da fração de solo exposto dominam a refletância da vegetação rareada ou senescente, em função de queimadas recorrentes (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

O maior desafio científico do DETER é medir áreas onde ocorre degradação progressiva, com diferentes proporções de solo e vegetação. A detecção dessas áreas por satélite é dificultada pela grande variedade de respostas possíveis da floresta em processo de degradação (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

Para os trabalhos de mapeamento são utilizadas as imagens Truecolor Rapid Response System do sensor MODIS, da NASA, disponíveis na rede no sítio <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>. Este sistema fornece composições coloridas das imagens do satélite MODIS para toda a superfície da Terra, algumas horas após a passagem diária do satélite. Para mapear o desmatamento, trabalha-se com uma composição colorida em que as

bandas espectrais sejam sensíveis às respostas da contribuição do solo e da vegetação, gerando padrões de cores semelhantes aos que o olho humano pode distinguir, tornando mais intuitiva a detecção de mudanças na cobertura da terra (<http://www.obt.inpe.br/deter/>).

2.6 Indicar

No ano de 2007 o IBAMA firmou um acordo com a Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (JAXA), que contemplou o recebimento de imagens de radar do satélite ALOS (Satélite de Observação Avançada da Terra) que recobre toda a Amazônia. Através dessa parceira o IBAMA começou a desenvolver o sistema INDICAR (Indicativo de Desmatamento por Imagens de Radar). Este sistema utiliza imagens de radar para detectar o desflorestamento e irá aperfeiçoar ainda mais a qualidade do sistema brasileiro de monitoramento de desflorestamento que já é o mais eficiente do mundo.

Esse sistema tem uma grande vantagem em relação ao PRODES e ao DETER, ele é capaz de detectar desmatamentos sob nuvens, ou seja, um dos grandes problemas do monitoramento de áreas desmatadas está sendo minimizado. A cobertura de nuvens na região amazônica é muito grande, existiam áreas que eram muito pouco monitoradas devido a esse problema e agora com esse novo sistema a possibilidade de descobrir esse tipo de ilícito ambiental aumentou bastante. Desde o ano de 2008 já vem sendo disponibilizados os polígonos de desmatamento detectados através dessa nova metodologia.

O sistema utiliza imagens do sensor PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) que opera em banda L, com resolução de 10 a 100m, podendo fazer observações noturnas e diurnas independente das condições atmosféricas e meteorológicas. O PALSAR pode operar no modo ScanSar com uma faixa de imageamento mais larga, muito útil para a Floresta Amazônica.

Atualmente com os dados dos sensores ópticos, produzidos e disponibilizados pelo INPE e com a produção de informações utilizando o satélite ALOS através do INDICAR é possível monitorar o desmatamento na Amazônia em qualquer época do ano e independente de qualquer condição atmosférica ou meteorológica. Um dos principais problemas do monitoramento, que era a presença de nuvens, foi resolvido com a utilização dos dados do satélite ALOS.

Os principais objetivos do INDICAR são de identificar áreas para orientação das ações de controle e fiscalização mesmo que as condições atmosféricas e meteorológicas não sejam favoráveis e também desenvolver novas metodologias de identificação e monitoramento de desmatamentos através da utilização de imagens de radar.

A busca por áreas desmatadas é feita através da análise de diferenças de reflectância nos alvos nas imagens de 50 m de resolução (modo fino) e também nas imagens de 100 m de resolução (modo grosso). Após a detecção das áreas desmatadas ocorre o processamento e a manipulação dos dados produzidos com o intuito de produzir mapas e planilhas que sirvam para orientar e apoiar as operações de fiscalização.

É também realizado o monitoramento das áreas embargadas fazendo-se a comparação temporal das imagens de radar.

A metodologia utilizada para essa detecção é a de diferenças de reflectâncias dos alvos e comparações temporais. Para evitar a sobreposição com áreas já detectadas anteriormente é feita uma máscara com os desmatamentos identificados pelo PRODES, pelo DETER e pelo próprio INDICAR.

É importante ressaltar que a metodologia de detecção de desmatamento através das imagens de radar do satélite ALOS foi desenvolvida pelos Analistas Ambientais do Centro de Sensoriamento Remoto – CSR do IBAMA.

3. Resultados e Discussão

A utilização desses 3 sistemas de monitoramento é de fundamental importância para melhorar cada vez mais a detecção e o controle do desmatamento na Amazônia Legal.

Os 3 sistemas, da forma como são utilizados, acabam se tornando complementares, o que um não consegue detectar o outro acaba conseguindo, tornando mais eficiente o processo de monitoramento.

O PRODES tem como função principal, na forma pelo qual é utilizado no IBAMA, trazer subsídios para a montagem do planejamento estratégico das ações fiscalizatórias no ano subsequente. Devido ao fato de ser um dado de periodicidade anual ele não deve ser utilizado para montar as estratégias de pronto emprego para o combate ao desmatamento, até porque existe outro sistema que tem esse objetivo.

O DETER é o sistema que ajuda a definir as ações de pronto emprego da fiscalização do IBAMA, a partir do recebimento dele e da situação na quinzena correspondente pode haver deslocamento de equipes que estão em campo para locais que apresentaram uma situação mais complicada naquele momento. Os dados provenientes deste sistema de monitoramento também ajudam a evitar o crescimento de áreas que estão sendo desmatadas naquele período.

Quando o IBAMA consegue agir rapidamente pode evitar o crescimento de áreas desmatadas, ou seja, pode chegar ao local que está sendo destruído em pouco tempo e evitar um dano maior, fato que na época que só existia o PRODES era muito mais difícil devido à periodicidade de chegada da informação ao IBAMA.

O INDICAR é um sistema que foi idealizado com o intuito de superar uma das grandes dificuldades do Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal que é a presença de nuvens em algumas regiões da Amazônia Legal em boa parte do ano. Por ser utilizadas imagens de radar na produção dos polígonos de desmatamento realizado pelo INDICAR a presença de nuvens não interfere devido ao fato do radar não sofrer interferência das condições atmosféricas na captação das imagens. O INDICAR vem para complementar a tríade de sistemas de monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal com cada um deles tendo uma característica específica e uma função importante dentro do processo, cada qual com suas qualidades e complementando as brechas que o outro sistema possui.

Pode – se dizer que na atualidade o Brasil possui o melhor e mais completo sistema de Monitoramento do Desmatamento em Florestas Tropicais e que é referência internacional nesta área do conhecimento e isso só é possível ao grande esforço dos técnicos do IBAMA e do INPE em desenvolver e qualificar cada vez mais os dados extraídos em seus sistemas de monitoramento e no trabalho conjunto desses dois órgãos.

4. Conclusão

Conclui-se que o sistema de monitoramento de desflorestamento na Amazônia Legal é um dos mais eficazes no mundo, usando a tecnologia disponível com vários sensores com diferentes qualidades de resolução espacial, espectral e temporal. Com os dados gerados pelos sistemas de monitoramento a fiscalização utilizada esses dados para coibir os ilícitos ambientais.

5. Referências Bibliográficas

Anderson, L.O.; Latorre, L.R.; Shimabukuro; Arai E.; Carvalho Jr., O. A. **Sensor MODIS, uma abordagem geral. São José dos Campos.** INPE, 2003. (INPE- 10131-RPQ/752). 58p.

Advanced Land Observing Satellite (ALOS). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>. Acesso em: 15 nov 2010.

Filho, J.M. **Livro de ouro da Amazônia**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006. 442 p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações**. 3ª edição. 2005. Editora UFV.

Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PROCES). Disponível: <http://www.obt.inpe.br/prodes>. Acesso em 15 de Nov de 2010.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, 6ª.ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.

Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real (DETER). Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter>. Acesso em 15 de Nov 2010.

Strahler, A.; Townshend, J.R.G.; Muchoney, D.; Borak, J.; Friedl, M; Gopal, S.; Hyman, A.; Moody, A.; Lambin, E. **MODIS land cover product algorithm theoretical basis document (ATBD)**. Version 4.1. Washington: NASA, 1996, 102p. EOS-MTPE, Documentation.